

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**EFEITOS DO CONSUMO DE CEREJA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EM
ATLETAS E PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA.**

Brasília-DF, 2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

RICHARD CIPPOLLINI FARINHA

**EFEITOS DO CONSUMO DE CEREJA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EM
ATLETAS E PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

Trabalho de curso submetido ao Departamento de
Nutrição, da Universidade de Brasília, como parte
dos requisitos necessários para a conclusão do
curso de Bacharelado em Nutrição.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Fernandes Arruda
Colaboradores: Lais Monteiro Rodrigues Loureiro
Caio Eduardo Reis
Teresa Helena Macedo da Costa

**Brasília-DF
2016**

EFEITOS DO CONSUMO DE CEREJA NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIO EM ATLETAS E PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA.

Trabalho de curso submetido ao Departamento de Nutrição, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a conclusão do curso de Bacharelado em Nutrição.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Fernandes Arruda
Universidade de Brasília

Marcela de Sá Barreto da Cunha
Universidade de Brasília

Lara Pereira Saraiva Leão
Universidade de Brasília

Brasília, 02 de Dezembro de 2016

DEDICATÓRIA

A minha mãe, por todos momentos dedicados a mim, pelas palavras, pelos conselhos, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e pelo exemplo de ser humano.

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente mãe e irmã, Hilda e Léia, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, sem você eu não teria forças pra enfrentar essa jornada, principalmente nos momentos em que as dificuldades para seguir pareciam ser incombátíveis. Irmã, sua colaboração significou segurança e certeza de que não estava sozinho nessa caminhada.

Aos meus amigos, especialmente Henrique Harrison e Tim Morgan, por todo o apoio e incentivo, por toda a intensidade dos momentos compartilhados. Com vocês conheci o significado de generosidade e da felicidade plena.

Aos amigos de sala e do curso, Izabela Cavalcante, Jean Paiva, Mariana Lima, Fernanda Petrus, Mayra Bessalhok, Juliana Andrade, Camila Leão, que estiveram ao meu lado durante a jornada da graduação, dentro e fora de sala de aula me apoiaram e me proporcionaram momentos únicos.

Ao corpo docente do Departamento de Nutrição da Universidade de Brasília, pelos ensinamentos, pela capacidade de construir o conhecimento de forma crítica, pela dedicação e pelo poder de fascinar e me inspirar de uma forma inexplicável.

Por fim, aos professores orientadores, pela incrível dedicação a nutrição, a paciência e os conselhos a mim dados.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de seleção dos artigos que avaliaram os efeitos do consumo de cereja na recuperação pós-exercício.....	12
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos estudos que investigaram os efeitos do consumo de cereja na recuperação muscular após exercício.....	13
Tabela 2. Descrição dos resultados dos estudos que investigaram os efeitos do consumo de cereja na recuperação muscular, estresse oxidativo, inflamação e catabolismo muscular após o exercício em atletas e praticantes de atividade física.....	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NA: não aplica

CK: creatina quinase;

LOOH: hidroperóxidos lipídicos;

IL-1- β : interleucina 1 beta;

IL-2: interleucina 2;

IL-4: interleucina 4;

IL-5: interleucina 5;

IL-6: interleucina 6;

IL-7: interleucina 7;

IL-8: interleucina 8;

IL-10: interleucina 10;

IL-12p70: interleucina 12p70;

IL-13: interleucina 13;

TNF- α : fator de necrose tumoral alfa;

IFN- γ : interferon gama;

PCR: proteína c-reativa;

PC: proteína carbonilada;

CAT: capacidade antioxidante total;

ERO: espécies reativas de oxigênio;

ERN: espécies reativas de nitrogênio;

SOD: superóxido dismutase;

TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico;

NT: nitrotirosina;

LDH: lactato desidrogenase;

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
HIPÓTESE CIENTÍFICA.....	10
OBJETIVOS.....	10
Geral.....	10
Específicos.....	10
METODOLOGIA.....	11
Busca na literatura.....	11
Seleção do estudo.....	11
RESULTADOS.....	12
Busca na literatura.....	12
Atletas.....	18
Praticantes de atividade física.....	19
DISCUSSÃO.....	20
Atletas.....	20
Praticantes de atividade física.....	25
CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos é considerada um fator importante na promoção da saúde e bem-estar, porém a intensidade e regularidade dos exercícios pode levar a alguns tipos de lesões, como as musculares. A lesão muscular resultante do exercício se dá devido aos danos às miofibras, especialmente em sessões de exercício com maior quantidade de contrações excêntricas (CLARKSON, 2002).

A nível metabólico, a prática de exercícios físicos faz com que haja um aumento do consumo de oxigênio, para o processo de respiração celular, o que pode resultar no aumento da produção de radicais livres de oxigênio. Os radicais livres são moléculas relativamente instáveis que podem ocasionar danos a biomoléculas (NETO, 2012). O desequilíbrio entre a produção dos radicais livres e o sistema de proteção antioxidante das células é denominado de estresse oxidativo. Essa condição pode levar a oxidação de componentes celulares e teciduais, envolvendo alguns estados fisiopatológicos como envelhecimento, processos inflamatórios, câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (HERRLINGER, 2015; PINGITORE, 2015).

A recuperação pós-exercício se faz importante para atletas, uma vez que esta consiste em restabelecer a fisiologia corporal a sua condição basal, objetivando a homeostase. Assim, uma recuperação adequada atua auxiliando na melhora do desempenho e prevenção de lesões provocadas pelos estímulos do treinamento físico, incluindo aquelas a nível metabólicos, como a inflamação e stress oxidativo (PASTRE, 2009).

Nesse contexto, os compostos fenólicos, como os flavonoides, possuem uma variedade de atividades biológicas, tais como antioxidante e antiinflamatória. Estudos têm mostrado efeitos benéficos desses compostos relacionados ao estresse oxidativo em indivíduos fisicamente ativos, até mesmo no pós-exercício (LAFAY et al. 2009; BREESE et al. 2013; WYLIE et al. 2013; OH et al. 2010).

Dentre os alimentos ricos em compostos fenólicos, encontra-se a cereja, fruta com alto teor de antocianinas. Devido às suas funções antioxidantes e antiinflamatórias, seus benefícios para saúde humana estão sendo estudados (MCCUNE et al. 2010; KELLEY 2006). Alguns estudos sugerem que o consumo dessa fruta possui um potencial protetor relacionado ao dano muscular pós-exercício por atuarem na redução do dano oxidativo para os músculos, permitindo uma recuperação mais rápida (LIMA et al. 2015).

HIPÓTESE CIENTÍFICA

O consumo de cereja, na sua forma *in natura* ou suplemento, auxilia na recuperação do dano muscular por apresentar atividades anti-inflamatória e antioxidante.

OBJETIVOS

Geral

O objetivo desse estudo é realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os efeitos do consumo de cereja na recuperação pós-exercício em atletas e praticantes de atividade física.

Específicos

1. Demonstrar o efeito do consumo de cereja nos marcadores de estresse oxidativo em atletas e praticantes de atividade física pós-exercício;
2. Indicar o efeito do consumo de cereja na resposta inflamatória em indivíduos no pós-exercício;
3. Demonstrar o efeito do consumo de cereja sobre a lesão muscular e a dor provocada por exercícios físicos no pós-exercício;

METODOLOGIA

Busca na literatura

A busca dos estudos relacionados ao efeito do consumo de cereja no pós-exercício foi realizada seguindo a diretriz PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises; MOHER et al 2009).

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed e PMC (PubMed Central), até setembro de 2016, considerando os estudos experimentais em inglês realizados nos últimos 10 anos. Utilizou-se as palavras-chave: “cherries AND exercise”, sem o uso adicional de filtros de pesquisas.

Seleção do estudo

Primeiramente, os artigos foram selecionados por meio da leitura do título. Em um segundo momento, houve a leitura dos resumos para avaliar a elegibilidade dos artigos.

Os estudos foram selecionados caso cumprissem os objetivos da revisão e seguissem os seguintes critérios: (I) estudos que utilizavam o consumo da fruta na sua forma *in natura* ou processada (suco ou concentrado). (II) estudos que utilizavam a suplementação, definida nos estudos como a casca ou a polpa da cereja liofilizadas. (III) estudos em que a amostra fosse indivíduos saudáveis, adultos de ambos os sexos. (IV) estudos em que a amostra era composta de dois grupos, tratamento e controle. Esses critérios foram analisados através da leitura da metodologia nos artigos. Os estudos excluídos foram aqueles que não cumpriam com os critérios de inclusão e/ou aqueles duplicados diante da pesquisa nos bancos de dados utilizados. Houve também a observação das referências dos artigos selecionados para analisar a inclusão de estudos que não foram encontrados nos bancos de dados utilizados.

RESULTADOS

Busca na literatura

A busca bibliográfica contabilizou 240 estudos experimentais, sendo 224 advindos da busca no PMC (PubMed Central) e 14 do PubMed. Através da análise das referências citadas nesses estudos, 01 artigo foi incluído na análise e outro chegou ao nosso conhecimento através de outras fontes. Dentre os 240 artigos rastreados, 05 foram removidos por estarem duplicados e 225 por não serem compatíveis com o objetivo da análise, por envolverem especialmente indivíduos não saudáveis ou não praticantes de atividade física.

A **Figura 1** indica o fluxograma da busca, contendo os artigos identificados, rastreados, não elegíveis, duplicados excluídos e aqueles incluídos na análise.

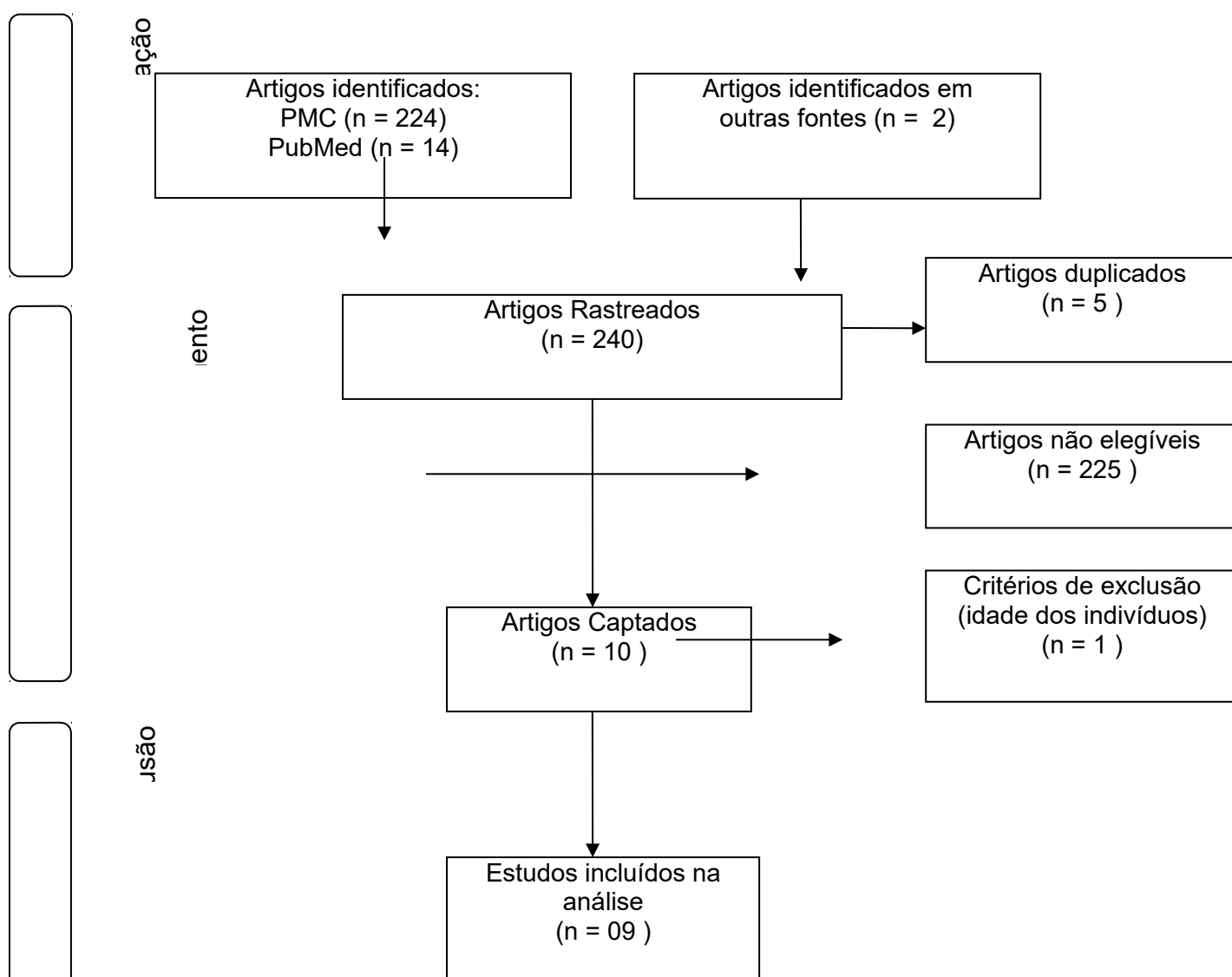


Figura 2. Processo de seleção dos artigos que avaliaram os efeitos do consumo de cereja na recuperação pós-exercício

Por fim, 10 artigos foram selecionados, e após a exclusão de um por não seguir os critérios de inclusão devido a idade dos indivíduos participantes do estudo, restaram 09 estudos incluídos para esta avaliação sistemática. A **Tabela 1** apresenta os dados sistematizado e separados para atletas e praticantes de atividade física avaliados analisados nesta revisão.

Tabela 1. Características dos estudos que investigaram os efeitos do consumo de cereja na recuperação muscular após exercício.

Autor, ano e local	Amostra	Estratégia de suplementação	Substrato	Quantidade correspondente ao consumo do fruto por dia	Sessão de exercícios	Intervenção de suplementação/ ingestão	Desenho
Atletas							
BELL, Philip G. et al; 2014 ^A . Newcastle upon Tyne, RU.	16 ciclistas homens treinados	Concentrado de cereja 30% (v/v) 02x/dia por 08 dias.	Concentrado de cereja <i>Montmorrency</i>	200 cerejas	Simulação de ciclismo de estrada: 09 séries de Sprint com descanso ativo a cerca de 40-50% do trabalho máximo.	04 dias antes, no dia e 03 dias após a sessão de exercícios	Randomizado cruzado, duplo cego
BELL, Philip G. et al; 2014 ^B . Newcastle upon Tyne, RU.	16 ciclistas homens treinados	Concentrado de cereja 30% (v/v) 02x/dia por 07 dias.	Concentrado de cereja <i>Montmorrency</i>	200 cerejas	Simulação de ciclismo de estrada: 03 dias de exercícios com 09 séries de Sprint com descanso ativo a cerca de 40-50% do trabalho máximo.	04 dias antes e durante os 03 dias referentes a sessão de exercícios	Randomizado cruzado, duplo cego
BELL, Philip G. et al; 2016. Newcastle upon Tyne, RU.	16 jogadores homens de futebol semi-profissionais	Concentrado de cereja 30% (v/v) 02x/dia por 07 dias.	Concentrado de cereja <i>Montmorrency</i>	200 cerejas	12 séries de 20 metros do teste de corrida intermitente de Loughborough [†]	04 dias antes e durante os 03 dias referentes a sessão de exercícios.	Randomizado, duplo cego.
BOWTELL, Joana L. et al; 2010. London, RU.	10 atletas homens de esportes intermitentes de alta intensidade	Concentrado de cereja 30% (v/v) 02x/dia por 07 dias.	Concentrado de cereja <i>Montmorrency</i>	NA	Exercício de força: 10 séries x 10 repetições de extensão do joelho na cadeira extensora com peso de 80% da 1RM	07 dias antes, no dia e 02 dias após a sessão de exercícios	Randomizado cruzado.
KUEHL, Kerry S.	54	355ml 02x/dia	Suco natural	100 cerejas	03 séries de corrida	07 dias antes e no	Randomizado,

et al; 2015. Oregon, EUA	corredores treinados (36 homens e 18 mulheres)		de cereja (50 cerejas em 355ml)		(26,3km)	dia da sessão de exercícios	duplo cego
LEVERS, kyle et al; 2016. Texas, EUA	27 atletas de corrida endurance ou triatletas (18 homens e 09 mulheres)	Cápsula com 480mg/dia por 10 dias.	Pó da casca de cereja liofilizada	NA	Meia maratona (21km)	07 dias antes, no dia e 02 dias após a sessão de exercícios	Randomizado, duplo cego
Praticantes de atividade física							
CONNOLY, D. A et al; 2006. Burlington, EUA	16 homens praticantes de musculação	355ml 02x/dia por 08 dias	Suco natural de cereja (50 cerejas em 355ml)	100 cerejas	Exercício de força : 2 séries x 20 repetições no Banco Scott	03 dias antes, no dia e 04 dias depois da sessão de exercícios	Randomizado cruzado.
HOWATSON, G. et al; 2009. Newcastle upon Tyne, RU.	20 corredores recreacionai s de maratona. (13 homens e 07 mulheres)	236ml/02x dia por 08 dias	Suco natural de cereja (60 cerejas em 236ml)	120 cerejas	Maratona (52km)	05 dias antes, no dia e 02 dias após a sessão de exercícios	Randomizado.
LEVERS, kyle et al; 2015. Texas, EUA	23 homens saudáveis praticantes de musculação	480mg/dia por 10 dias.	Pó da casca de cereja liofilizada	NA	Exercício de força: 03 séries x 05 repetições de agachamento com peso de 50% da 1RM.	07 dias antes, no dia e 02 dias após a sessão de exercícios	Randomizado, duplo cego

NA: não apresenta; 1RM: força máxima

[†] Protocolo de teste que reflete as ações competitivas dos jogadores de futebol, simulando suas corridas de baixa e alta intensidade na primeira partida do jogo..

A **Tabela 2** indica os resultados de recuperação muscular, estresse oxidativo, inflamação e catabolismo muscular nos estudos analisados nesta revisão sistemática.

Tabela 2. Descrição dos resultados dos estudos que investigaram os efeitos do consumo de cereja na recuperação muscular, estresse oxidativo, inflamação e catabolismo muscular após o exercício em atletas e praticantes de atividade física

Autor, ano e local	Recuperação muscular	Estresse oxidativo	Inflamação	Catabolismo Muscular
Atletas				
BELL, Philip G. et al; 2014 ^A . Newcastle upon Tyne, RU.	↑ Força muscular ↔ CK	↔ LOOH	↓ IL-6 e PCR. ↔ IL-8; TNF-α; IL-1-β	NA
BELL, Philip G. et al; 2014 ^B . Newcastle upon Tyne, RU.	↔ CK	↓ LOOH	↓ IL-6 e PCR	NA
BELL, Philip G. et al; 2016. Newcastle upon Tyne, RU.	↓ Dor muscular ↑ Força muscular	↔ LOOH	↓ IL-6 ↔ IL-1, TNF-α, PCR	NA
BOWTELL, Joana L. et al; 2010. London, RU.	↑ Força muscular ↔ Dor muscular	↓ PC ↔ CAT; NT	↔ PCR	NA
KUEHL, Kerry S. et al; 2015. Oregon, EUA	↓ Dor muscular	NA	NA	NA
	↓ Reações redox	↑ CAT	↓ IL-2, IL-6, IL-13	↓ Creatinina; Ureia;

LEVERS, kyle et al; 2016. Texas, EUA	↔ CK e dor muscular	↔ SOD; CAT; TBARS; NT.	↔ IL-1 β , IL-4, IL-5, IL-7, IL-8, IL-10, IL-12p70, IL-13, TNF- α , IFN- γ	BUN/Creatinina; Proteína sérica total
---	---------------------	------------------------	---	--

Praticantes de atividade física

CONNOLLY, D. A et al; 2006. Burlington, EUA	↓ Dor muscular ↑ Força muscular	NA	NA	NA
--	------------------------------------	----	----	----

HOWATSON, G. et al; 2009. Newcastle upon Tyne, RU.	↑ Força muscular ↔CK, LDH e dor muscular	↑CAT ↓LOOH	↓ IL-6, PCR	NA
---	---	---------------	-------------	----

LEVERS, kyle et al; 2015. Texas, EUA	↓ Dor muscular	↔ ERO; ERN; LOOH; SOD; CAT; TBARS; NT	↔IL-1 β , IL-2, IL-4, IL-5, IL-6, IL-7, IL-8, IL-10, IL-12p70, IL-13, TNF- α , IFN- γ	↓ Creatinina; Bilirrubina total; Proteína total; Cortisol
---	----------------	--	---	--

NA: não apresenta. CK: creatina quinase; LOOH: hidroperóxidos lipídicos; IL-1- β : interleucina 1 beta; IL-2: Interleucina 2; IL-4: Interleucina 4; IL-5: Interleucina 5; IL-6: Interleucina 6; IL-7: Interleucina 7; IL-8: Interleucina 8; IL-10: Interleucina 10; IL-12p70: Interleucina 12p70; IL-13: Interleucina 13; TNF- α : fator de necrose tumoral alfa; IFN- γ : interferon gama; PCR: proteína c-reativa; PC: proteína carbonilada; CAT: capacidade antioxidante total; ERO: espécies reativas de oxigênio; ERN: espécies reativas de nitrogênio; SOD: Superóxido Dismutase; TBARS: substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; NT: Nitrotirosina; LDH: lactato desidrogenase;

Atletas

Dentre a totalidade de estudos analisados com atletas, 04 investigaram os efeitos da suplementação utilizando o concentrado de cereja a 30% (v/v), equivalente ao consumo de 200 cerejas diárias (BELL, et al. 2014^A; BELL, et al. 2014^B; BELL, et al. 2016; BOWTELL, et al. 2010). Enquanto dois outros estudos, utilizaram na intervenção 355 ml do suco natural de cereja (cerca de 100 frutos ao dia, KUEHL et al 2015) ou o suplemento de casca de cereja liofilizada, com uma dose de 480 mg/dia (LEVERS et al 2016).

Os estudos realizados com o concentrado de cereja 30% fizeram a intervenção apenas com atletas homens de diferentes esportes como ciclismo, futebol e esportes intermitentes de alta intensidade desenvolvidos por um grupo de pesquisadores do Reino Unido (BELL, et al. 2014^A; BELL, et al. 2014^B; BELL, et al. 2016; BOWTELL, et al. 2010). Já os estudos que utilizaram outra forma da suplementação investigaram atletas de ambos os sexos, que por sua vez, eram corredores treinados, atletas de *endurance* e/ou triatletas (KUEHL et al 2015; LEVERS et al 2016). As principais variáveis avaliadas nestes estudos foram: recuperação muscular, estresse oxidativo, inflamação e catabolismo muscular resultantes da prática dos diferentes tipos de exercício.

Em relação a recuperação muscular, três estudos analisaram os efeitos da suplementação na força muscular e observaram um aumento de força muscular ou diminuição da perda de força no pós-exercício (BELL et al, 2014^A; BELL et al, 2016^B; BOWTELL et al, 2010). Em contrapartida, todos os estudos que analisaram creatina quinase não encontraram diferenças entre os grupos com ou sem suplemento de cereja (BELL et al, 2014^A; BELL et al, 2014^B; LEVERS et al 2016). Dos quatro artigos que analisaram dor muscular, dois observaram diminuição da dor muscular com o uso do suplemento de cereja (BELL, et al. 2016; KUEHL, et al. 2015).

Diferentes marcadores foram utilizados para investigar os efeitos dos suplementos de cereja sobre o estresse oxidativo causado pela realização das sessões de exercícios propostas. BELL et al, 2014^B encontraram uma diminuição

nos níveis de lipídeos peroxidados (LOOH) sérico no grupo tratamento, diferente dos dois outros estudos que avaliaram o mesmo marcador. A capacidade antioxidante total do soro foi analisada em dois artigos, os quais trouxeram resultados divergentes, LEVERS, et al (2016) observaram o aumento da capacidade antioxidante sérica nos indivíduos, enquanto, BOWTELL, et al (2010) não observaram diferenças entre os grupos. Os outros marcadores séricos utilizados por LEVERS et al. (2016) não sofreu modificação após a suplementação.

Em relação aos marcadores do processo inflamatório, foi observado um decréscimo nos níveis séricos da interleucina pró inflamatória IL-6 em todos os estudos que analisaram este marcador (BELL, et al 2014^A; BELL, et al 2014^B; BELL, et al 2016; LEVERS et al (2016), enquanto para os níveis séricos de proteína C reativa (PCR) foi observado no grupo tratado com suplemento de cereja uma diminuição dos níveis em dois estudos (BELL, et al. 2014^A; BELL, et al. 2014^B) e dois outros estudos não observaram qualquer diferença (BELL, et al 2016; BOWTELL, et al 2010). Três outros estudos que avaliaram outras interleucina, TNF- α , e IFN- γ não observaram diferenças entre os grupos suplementado e não suplementado (BELL, et al 2014^A; BELL, et al 2016; LEVERS et al 2016).

Em relação ao catabolismo muscular, apenas um estudo analisou o efeito da suplementação sobre o catabolismo muscular. LEVERS et al; 2016 observaram diminuição de todos os marcadores de catabolismo muscular investigados no grupo tratado com o suplemento de cereja.

Praticantes de atividade física

Os estudos realizados com praticantes de atividade física totalizaram cerca de 59 indivíduos, divididos entre praticantes de musculação e corredores recreacionais de maratona de ambos os sexos. Dois estudos utilizaram suco natural de cereja como intervenção (CONNOLLY et al; 2006; HOWATSON et al; 2009) e um estudo utilizou a casca da cereja liofilizada como suplemento (LEVERS et al; 2015). Portanto, nesses três estudos a quantidade da fruta consumida diariamente teve uma variação entre 100 a 120 cerejas.

Em relação a recuperação muscular, CONNOLY et al (2006) observaram diminuição da dor e aumento da força muscular. HOWATSON, G. et al. (2009), por sua vez, analisaram diferença apenas no aumento da força muscular, as atividades de creatina quinase e LDH não alteraram com a suplementação. A intervenção realizada por LEVERS et al (2015) também observou diminuição da dor muscular após a sessão de exercícios.

Apenas HOWATSON et al. (2009) encontraram efeitos significativos nos marcadores de estresse oxidativo, com aumento da atividade de CAT no soro e diminuição dos níveis séricos de LOOH nos indivíduos tratados com suplementos de cereja. Resultados semelhantes foram observados com os marcadores de inflamação, na qual somente os autores retro citado demonstraram diminuição dos marcadores, IL-6 e PCR. Os demais estudos não avaliaram estas variáveis ou não observaram diferenças entre os grupos.

LEVERS et al (2016), os únicos autores a analisarem o efeito da suplementação sobre o catabolismo muscular, observaram uma diminuição significativa de todos marcadores avaliados (Creatinina; Bilirrubina total; Proteína total; Cortisol) no grupo tratamento após a intervenção.

DISCUSSÃO

Atletas

Nos últimos anos diversas pesquisas têm explorado os efeitos do consumo dietético ou por suplementação de compostos antioxidantes, incluindo-se condições que estão associadas ao aumento do estresse oxidativo e do processo inflamatório, tal como no exercício físico (MASTALOUDIS et al; 2004; PETERNELJ et al; 2011; GOMES et al; 2012; BELL et al; 2014). Dentre esses alimentos, encontra-se a cereja, fruta com alto teor de antocianinas, que têm sido amplamente estudada devido ao seus benefícios para saúde e um potencial efeito protetor relacionado ao dano muscular pós-exercício por atuarem na redução do dano

oxidativo para os músculos, permitindo uma recuperação mais rápida (LIMA et al. 2015)

Em relação aos estudos que avaliaram os efeitos da suplementação de cereja na recuperação pós-exercício em atletas, os mesmos mostraram que apesar da heterogeneidade dos tipos de exercícios praticados (força, potência muscular ou resistência) e a forma de suplementação utilizada, o uso da suplementação de cereja apresentou efeitos positivos na recuperação muscular, com uma tendência a diminuição da dor e o aumento da força muscular.

Jowko et al. (2011) sugerem que os polifenóis diminuam a dor muscular pós exercício por atuarem como antioxidantes, isto é, são capazes de estabilizar a membrana celular, levando a uma redução da peroxidação lipídica. Sendo assim, considerando que a cereja é rica em polifenóis – principalmente antocianinas - e que esses compostos possuem ação antioxidante e antiinflamatória, os dados sugerem que esses compostos podem ser responsáveis pela recuperação muscular nos atletas. Ademais, sabe-se que polifenóis são inibidores das enzimas lipoxigenase e cicloxygenase, responsáveis por desencadear uma resposta inflamatória e consequentemente, a dor. (CIANCIULLI et al., 2012; BEHLING et al 2011).

Outros estudos que avaliaram o efeito da suplementação de diferentes frutos ricos em polifenóis, como romã, açaí e mirtilo, obtiveram resultados semelhantes aos encontrados com o suplemento de cereja em relação a dor muscular (MCLEAY et al., 2012; JENSEN et al., 2011; TROMBOLD et al., 2010, 2011).

A evidência de que a suplementação com cereja atua no processo de recuperação muscular é fortalecida se analisarmos que o controle da alimentação dos atletas foi realizado a fim de evitar vieses. Todos os estudos realizaram um controle da ingestão dietética, fazendo com que os indivíduos aderissem a uma dieta pobre em polifenóis, com a retirada de alimentos como frutas, vegetais, chá, café, chocolate, cereais e pães integrais durante o período da intervenção (sete dias). Quanto ao efeito do consumo do suplemento de cereja sobre a enzima creatina quinase, nenhum dos estudos analisados observou qualquer efeito nesse marcador, sugerindo que a intervenção não possui efeitos significativos na preservação da

função muscular.

Em relação ao efeito da suplementação com cereja sobre o estresse oxidativo, os resultados são inconclusivos. A falta de consenso entre os estudos pode estar associada ao fato de alguns estudos terem avaliado marcadores de danos oxidativos a biomoléculas (lipídeos peroxidados, proteínas carboniladas), enquanto outros avaliaram capacidade antioxidante (atividade de enzimas antioxidantes). Além disso, a heterogeneidade dos exercícios também pode ter sido um fator determinante para os resultados encontrados. Analisando o estudo realizado por Bell et al. (2014^A) por exemplo, o qual houve apenas uma sessão de exercício, é possível observar que a suplementação com o concentrado da cereja a 30% não alterou os níveis de peroxidação lipídica, porém, no estudo em que os exercícios aconteceram repetidamente por 03 dias, com a mesma intervenção e forma de suplementação, é possível observar diminuição nos níveis do mesmo marcador (LOOH), sugerindo que a diferença de intensidade e repetição dos exercícios podem ter influenciado na resposta (BELL et al. 2014^B).

Portanto, a diversidade de marcadores analisados e, principalmente a variação entre os exercícios utilizados nos diversos estudos incluídos nessa revisão, não permite estabelecer uma conclusão em relação aos efeitos da suplementação de cereja sobre os marcadores de estresse oxidativo. Entretanto, Myburgh (2014), sugere que os efeitos do consumo de polifenóis sobre o estresse oxidativo e inflamação são mais efetivos em exercícios de força comparados ao de resistência.

Para avaliar os efeitos da suplementação da cereja associada a inflamação, os autores utilizaram como marcador, em sua maioria, citocinas. Sabe-se que algumas citocinas - proteínas séricas de fase aguda - servem como marcadores sistêmicos de inflamação (OPAL, 2000). As citocinas são proteínas solúveis que compõem um extenso grupo de moléculas participantes na regulação do sistema imune (OPAL, 2000).

De acordo com Ferreira (2010), o exercício físico pode gerar uma resposta inflamatória, através do aumento dos níveis séricos de citocinas pró-inflamatórias. Sabe-se, por exemplo, que a IL-6 é a primeira miocina a sofrer um aumento

plásmatico em resposta a contração muscular esquelética. Os seus níveis podem aumentar em até 100 vezes ou mais em resposta ao exercício uma vez que sinalizações posteriores a contração muscular irão desencadear o aumento do mRNA de IL6. (BELOTTO, 2011).

Diante disso, observa-se que a suplementação de cereja possui efeitos na modulação dos níveis de IL-6 em atletas. Dos seis estudos que avaliaram níveis séricos de IL-6, cinco observaram diminuição dos níveis dessa interleucina pró-inflamatória, sugerindo um possível efeito anti-inflamatório do suplemento de cereja em exercícios diversos. Embora os autores dos estudos analisados aleguem que essa diminuição da IL-6 seja um desfecho benéfico em relação a diminuição da inflamação aguda, por causar diminuição da cascata proteolítica e lipolítica, por exemplo, outros autores indicam que o aumento dessa molécula traz várias adaptações metabólicas necessárias a recuperação muscular, como o aumento de captação de glicose pelo músculo, promoção do aumento da lipólise, além de criar estímulo para ativação de células satélites que originam novas células mio-blásticas, o que leva a um aumento de massa muscular (PEDERSON, 2006; SERRANO et al. 2007; GUERCI et al. 2012). Não se sabe, então, até que ponto os níveis séricos diminuídos dessa interleucina seria um aspecto benéfico ao atleta ou praticante de atividade física.

Sendo assim, outros estudos seriam necessários para avaliar o real benefício que a diminuição dos níveis de interleucinas pró-inflamatórias trazem no pós-exercício, pois mesmo que estas estejam relacionadas a processos patológicos que têm ligação com aterosclerose e resistência à insulina, são necessárias na composição de um ambiente fisiologicamente favorável a recuperação muscular (PETERSON, 2006).

Além disso, a PCR que também está envolvida nos processos pró-inflamatórios do organismo, sofreu diminuição em dois estudos dos quatro que avaliaram tal marcador (BELL et al. 2014^A; BELL et al. 2014^B). Desta forma, os dados não são conclusivos em relação a ação da suplementação sobre os níveis da PCR.

Portanto, não é possível sugerir que a suplementação com cereja tenha efeito

anti-inflamatório no pós-exercício, uma vez que, excluindo IL-6 (que provavelmente seja mais sensível aos compostos presentes na cereja) outras citocinas pró-inflamatórias não tiveram seus níveis séricos diminuídos em nenhum dos estudos analisados. Enquanto as citonas anti-inflamatórias não sofreram aumento com a intervenção utilizada.

O aumento do catabolismo muscular, juntamente com outros marcadores de dano muscular, após o exercício ocorrem para que o organismo consiga realizar uma recuperação fisiológica mais rápida (LEVERS et al. 2016). Um estudo realizado com atletas de *endurance* mostrou um aumento significativo na creatina quinase, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, proteína total, ácido úrico, bilirrubina total e creatina séricos 48 horas após a corrida, o que leva ao desgaste muscular acentuado (KRATZ et al. 2002). O efeito da suplementação com cereja no catabolismo muscular é ainda insipiente considerando que apenas um estudo analisou essa variável. LEVERS et al. (2016) observaram diminuição em todos os marcadores que sinalizam degradação muscular. Assim, Levers et al (2016) sugerem, sem aprofundarem na discussão, que a diminuição do catabolismo muscular é um indicativo da resposta associada a recuperação inflamatória. Smith (2006), por sua vez, contrariando a ideia de que radicais livres possua apenas efeitos deletérios para o organismo, indica que, quando em baixos níveis, os radicais livres – bem como as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio - na musculatura em repouso, modulam vários elementos da função celular, como captação de glicose, metabolismo mitocondrial, transcrição gênica e o próprio catabolismo muscular.

Vale ressaltar que dentre o conjunto de estudos analisados nesta revisão, apenas Levers et al (2016) investigaram o efeito do consumo de cereja sobre catabolismo muscular em atletas, não sendo possível afirmar que esta intervenção possua relação com a diminuição do catabolismo muscular.

Praticantes de atividade física

Sabe-se que o exercício físico extenuante, geralmente praticado por atletas, são causadores de um desbalanço redox temporário, porém esse efeito não é visto somente em exercícios de alta intensidade, mas também de intensidade leve a moderada (TELESI e MACHADO, 2008). Tendo em vista que existem evidências as quais apontam que a produção elevada de radicais livres possa estar associada ao desenvolvimento de diversos processos patológicos como envelhecimento, doenças inflamatórias, aterosclerose e até mesmo câncer (CRUZATI et al; 2007), diversas estratégias têm sido utilizadas como alternativas a serem buscadas para aumentar a defesa do organismo em relação aos radicais livres (JI , 2002).

Praticantes de atividade física ao realizarem exercício físico lesionam o músculo esquelético, processo que eleva os radicais livres circulantes. Essa lesão pode variar de uma micro lesão estrutural, até traumas que podem levar a ruptura muscular. A dor é uma consequência da lesão muscular induzida pelo exercício (GLEESON et al; 2003).

Os estudos incluídos nesta revisão sistemática relacionados a recuperação muscular (dor e força muscular) associados ao consumo de cereja em praticantes de atividade física se assemelham aos resultados encontrados em atletas. Três estudos avaliaram a recuperação muscular em praticantes de atividade física e, mesmo com a diferença na estratégia de suplementação, tanto na dosagem utilizada, quanto no tipo de suplemento – liofilizado ou suco da fruta – dois estudos indicaram efeitos positivos relacionados a diminuição da dor muscular em praticantes de exercícios de força (CONNOLLY et al; 2006; LEVERS, kyle et al; 2015). O mesmo não é visto em praticantes de exercícios de resistência (HOWATSON et al; 2009).

Sendo assim, levando em consideração os dados encontrados com atletas e com praticantes de atividade física, existe evidência que o consumo de cereja, seja na forma de suco natural ou concentrado da fruta ou até mesmo no suplemento liofilizado, possua efeitos positivos na diminuição da dor muscular de 24 a 48 horas após exercício. Ademais, considerando que Howatson et al (2009) observaram o retorno da força muscular mais rápido no grupo tratamento, é um indício de que a suplementação atua também na resposta tardia ao dano muscular. Portanto, a suplementação com cereja, em diversas formas, possivelmente tem efeitos

benéficos na recuperação muscular inicial e secundária em praticantes de atividade física.

Não é possível afirmar que exista associação entre a suplementação com cereja em praticantes de atividade física e a condição de estresse oxidativo, uma vez que dos três estudos, apenas dois avaliaram essa variável e possuem características de estudo e avaliação divergentes.

Porém, nos resultados do estudo de HOWATSON et al; (2009), observa-se um aumento na capacidade antioxidante total (CAT). No entanto o estudo de Levers et al (2015), que não é comparável por diferir no tipo e intensidade do exercício realizado e quanto a estratégia de suplementação (dosagem e forma de consumo) não resultou em modificação da CAT. Neste sentido, ainda não é possível evidenciar-se um efeito benéfico da suplementação de cereja sobre o estresse oxidativo em praticantes de exercícios físicos.

Telesi e Machado (2008) relataram que atividades de alta intensidade em indivíduos não treinados, como no caso do exercício utilizado no estudo de Howatson, et al (2009) tendem a levar o organismo a um estado de estresse oxidativo mais rapidamente. Na maior parte das vezes, os exercícios de alta intensidade com >70% do consumo de oxigênio máximo, acarretam maior síntese de espécies reativas de oxigênio. Em resposta a esse desequilíbrio, o corpo tende a utilizar as reservas de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos na tentativa de reduzir o estresse oxidativo (CRUZATI et al; 2007).

Desta forma, apesar de ser esperado que a capacidade antioxidante aumente no pós-exercício em atividades extenuantes como na maratona, o mesmo não aconteceu com o grupo controle no estudo realizado por Howatson et al (2009). Tal fato indica que a suplementação com cereja em exercícios *endurance* possa ter algum efeito relacionado ao estresse oxidativo. Todavia, como é apenas um estudo no conjunto analisado e os dados são discrepantes do restante, assim como é visto nos achados para atletas, indica-se evidência fraca da relação entre o consumo de cereja e efeitos no estresse oxidativo.

O mesmo ocorre em relação a inflamação, que além das diferenças de intervenção de suplementação e sessão de exercício, Howatson et al (2009) observaram diminuição nos níveis séricos dos marcadores de inflamação (IL-6 e PCR), enquanto todos os marcadores analisados por Levers et al (2015) não sofreram diferenças. Portanto, apesar de haver uma indicação que a suplementação com cereja em atividades extenuantes como a maratona atue como um agente antiinflamatório, não é possível afirmar que existe uma associação benéfica entre a suplementação da fruta e a diminuição da inflamação em praticantes de atividade física.

Levers et al (2015) foram os únicos a analisarem o efeito da suplementação sobre o catabolismo muscular e observaram diminuição dos níveis séricos dos marcadores relacionados a esta variável (creatinina, bilirrubina total, proteína total e cortisol), sugerindo que a suplementação possua ação na resposta secundária ao dano muscular. Os autores, porém, não encontraram associações entre os compostos da cereja e a diminuição dos marcadores utilizados para avaliar o catabolismo muscular. Além disso, como este foi o único estudo a avaliar o efeito da suplementação sobre o catabolismo muscular em praticantes de atividade, não é possível sugerir que o suplemento de cereja tenha associação com a diminuição do catabolismo muscular devido ao exercício.

CONCLUSÃO

O presente estudo foi o pioneiro a sistematizar os estudos do efeito da

suplementação com cereja na recuperação pós-exercício em atletas e praticantes de atividade física. Diante dos dados analisados, observou-se que o suplemento de cereja, seja na forma de suco natural, concentrado da fruta ou fruta liofilizada, possui efeitos associados a diminuição da dor e aumento da força muscular tanto em atletas quanto em praticantes de atividade física. Entretanto, devido a heterogeneidade dos estudos e os resultados disponíveis até o momento na literatura, não é possível afirmar que exista uma relação benéfica da suplementação e o estresse oxidativo em ambos os grupos de indivíduos, atletas e praticantes de atividade física.

Apesar de haver uma tendência a diminuição da inflamação na fase aguda relacionada a IL-6 e PCR em atletas e praticantes de atividade física com a suplementação, não é possível confirmar que a suplementação diminui a inflamação causada pelo exercício, uma vez que outros marcadores pró-inflamatório da fase aguda também não apresentaram alterações.

Por fim, sugere-se que exista uma tendência a diminuição do catabolismo muscular com a suplementação de cereja ao considerar os estudos que avaliaram tal variável em atletas e praticantes de atividade física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, P. G. et al. The role of cherries in exercise and health. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 3, p. 477-490, 2014.

BELL, Phillip G. et al. Montmorency cherries reduce the oxidative stress and inflammatory responses to repeated days high-intensity stochastic cycling. **Nutrients**, v. 6, n. 2, p. 829-843, 2014.

BELL, Phillip G. et al. Recovery facilitation with Montmorency cherries following high-intensity, metabolically challenging exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 4, p. 414-423, 2014.

BELL, Phillip G. et al. The effects of Montmorency tart cherry concentrate supplementation on recovery following prolonged, intermittent exercise. **Nutrients**, v. 8, n. 7, p. 441, 2016.

BEHLING, E. V. et al. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2008.

BOWTELL, J. L. et al. Montmorency Cherry Juice Reduces Muscle Damage Caused by Intensive Strength. **Exercise. Med. Sci. Sports Exerc.**, Vol. 43, No. 8, pp. 1544–1551, 2011.

BREESE, B.C; MCNARRY, M.A; MARWOOD, S; BLACKWELL, J.R; BAILEY, S.J; JONES, A.M. Beetroot juice supplementation speeds O₂ uptake kinetics and improves exercise tolerance during severe-intensity exercise initiated from an elevated baseline. **Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.** v. 305, n. 12, R.1441-R1450, 2013.

CIANCIULLI, A. et al. Modulation of NF- κ B activation by resveratrol in LPS treated human intestinal cells results in downregulation of PGE₂ production and COX-2 expression. **Toxicology in Vitro**, v. 26, p.1122–1128, 2012.

CLARKSON, Priscilla M.; HUBAL, Monica J. Exercise-induced muscle damage in humans. **Am. J. Physiol. Med. & Reh.**, v. 81, n. 11, p. S52-S69, 2002.

CONNOLLY, D. A. J.; MCHUGH, M. P.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 8, p. 679-683, 2006.

CRUZAT, Vinicius Fernandes et al. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 5, p. 336-42, 2007.

GLEESON, N. et al. Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. **British journal of sports medicine**, v. 37, n. 2, p. 119-125, 2003.

GOMES, Elisa Couto; SILVA, Albená Nunes; OLIVEIRA, Marta Rubino de. Oxidants, antioxidants, and the beneficial roles of exercise-induced production of reactive species. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 2012, 2012.

HOWATSON, Glyn et al. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, n. 6, p. 843-852, 2010.

JENSEN, Gitte S. et al. Pain Reduction and Improvement in Range of Motion After Daily Consumption of an Açaí (Euterpe oleracea Mart.) Pulp–Fortified Polyphenolic-Rich Fruit and Berry Juice Blend. **Journal of medicinal food**, v. 14, n. 7-8, p. 702-711, 2011.

Jl, Li Li. Exercise-induced modulation of antioxidant defense. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 959, n. 1, p. 82-92, 2002.

JÓWKO, Ewa et al. Green tea extract supplementation gives protection against exercise-induced oxidative damage in healthy men. **Nutrition Research**, v. 31, n. 11, p. 813-821, 2011.

KELLEY, D.S et al. Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. **J. Nutr.** v. 143, n. 3, p. 340-344, 2013

KUEHL, Kerry S. et al. Efficacy of tart cherry juice in reducing muscle pain during running: a randomized controlled trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 1, 2010.

LAFAY, S; JAN, C; NARDON K. Grape extract improves antioxidant status and physical performance in elite male athletes. **J. Sports Sci. Med.** 2009

LEVERS, Kyle et al. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on an acute bout of intense lower body strength exercise in resistance trained males. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 1, 2015.

LEVERS, Kyle et al. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on acute endurance exercise performance in aerobically trained individuals. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 1, 2016.

MASTALOUDIS, Angela et al. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 36, n. 10, p. 1329-1341, 2004.

MCCUNE, L.M; KUBOTA, C; STENDELL-HOLLIS, NR; THOMSON, CA. Cherries and health: a review. **Food Sci Nutr.** p. 1–12. 2012

MCLEAY, Yanita et al. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 1, p. 1, 2012.

MOHER, D.; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; ALTMAN, D.G. Reprint-preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Phys. Therapy**, Alexandria, v. 89, n. 9, p. 873-880, 2009.

MYBURGH, Kathryn H. Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress?. **Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 57-70, 2014.

NETO, J. M. F. A. Formação de espécies reativas de oxigênio e exercício físico. **Lecturas: Educación física y deportes**, n. 168, p. 3-11, 2012.

OH, J.K; SHIN, Y.O; YOON, J.H. KIM, S.H; SHIN, H.C, HWANG, H.J. Effect of supplementation with Ecklonia cava polyphenol on endurance performance of college students. **Inter. J. Sport Nut.**; v. 20, n. 1, p. 72, 2010.

PASTRE, C.M; BASTOS, F.N; JUNIOR, J.N; VANDERLEI, L.C.M; HOSHI, R.A.. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte, v. 15, n. 2, p. 138-144, 2009.

PETERNELJ, Tina-Tinkara; COOMBES, Jeff S. Antioxidant supplementation during exercise training. **Sports Medicine**, v. 41, n. 12, p. 1043-1069, 2011.

PETERSEN, Alexander M.; PEDERSEN, Bente K. The role of IL-6 in mediating the anti inflammatory. **J Physiol Pharmacol**, v. 57, p. 43-51, 2006.

PINHO, Wendel Luiz; DA SILVA, Adriana Pederneiras Rebelo. Efeitos do exercício físico sobre a formação de espécies reativas de oxigênio e os compostos antioxidantes da dieta. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 7, n. 37, 2013.

SMITH, Melissa A.; REID, Michael B. Redox modulation of contractile function in respiratory and limb skeletal muscle. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 151, n. 2, p. 229-241, 2006.

THOMPSON, Dylan et al. Prolonged vitamin C supplementation and recovery from demanding exercise. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 11, n. 4, p. 466-481, 2001.

TROMBOLD, Justin R. et al. Ellagitannin consumption improves strength recovery 2–3 d after eccentric exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 3, p. 493-8, 2011.

WYLIE;, L.J; KELLY, J; BAILEY, S.J. et al. Beetroot juice and exercise: Pharmacodynamic and dose-response relationships. **J. Appl. Physiol.** 115 p. 325–36, 2013.

